

Konzept eines Präferenzmodells basierend auf der GRIP Methodologie im Kontext elektronischer Verhandlungen

Robert Elsler
Mareike Schoop

Veröffentlicht in:
Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012
Tagungsband der MKWI 2012
Hrsg.: Dirk Christian Mattfeld; Susanne Robra-Bissantz



Braunschweig: Institut für Wirtschaftsinformatik, 2012

Konzept eines Präferenzmodells basierend auf der GRIP Methodologie im Kontext elektronischer Verhandlungen

Robert Elsler

Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70593 Stuttgart,
E-Mail: robert.elsler@wi1.uni-hohenheim.de

Mareike Schoop

Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70593 Stuttgart,
E-Mail: schoop@uni-hohenheim.de

Abstract

Im Bereich der elektronischen Verhandlungsunterstützung (NSS) basieren moderne Systeme auf drei Komponenten, die dem Benutzer in unterschiedlicher Art und Weise Unterstützung bieten: bezüglich der Entscheidungen, der Kommunikation sowie der Dokumenten. In dieser Arbeit wird der Fokus auf die Entscheidungsunterstützung gelegt. Auf Basis der GRIP Methode soll die bisherigen Ansätze von Negoisst, einem NSS, verbessert und erweitert werden. Ziel ist, dass die Präferenzen nicht mehr nur linear, sondern nichtlinear erfasst werden können und paarweise Interaktionen zwischen den Attributen berücksichtigt werden können. Dabei soll der Präferenzenerhebung an sich nicht in der Effizienz leiden, sondern vielmehr durch einen adaptiven Prozess den Entscheidungsträger an seine Präferenzen heranführen.

1 Einleitung und aktueller Stand der Forschung

Rationale Entscheidungen über multikriterielle Sachverhalte sind im ökonomischen Kontext allgegenwärtig. Sie fangen im Bereich der Beschaffung an, bei der mit Lieferanten verhandelt werden muss, und durchziehen die Abteilung von Unternehmen bis hin zur Distribution. Ein wichtiger Prozess, der solche Entscheidungen beinhaltet, sind Verhandlungen. Gerade bei betrieblichen Verhandlungen ist es wichtig, den Überblick über den Einfluss der unterschiedlichen Kriterien auf das zu erwartende Ergebnis effizient im Blick behalten zu können. Die Nutzung von elektronischen Medien hat sich bereits als adäquates Medium zur Kommunikation in Verhandlungen etabliert [16]. Dabei wird jedoch zumeist nur das Medium ersetzt, ohne dass die damit einhergehenden Potenziale in der Unterstützung der Verhandlungspartner erschlossen werden.

Als elektronische Verhandlung wird im Weiteren verstanden, dass die Verhandlung nicht einfach unter Zuhilfenahme eines elektronischen Mediums durchgeführt wird, sondern dass der Kommunikationsprozess oder der Entscheidungsprozess durch ein elektronisches System beeinflusst wird [20]. Gerade bei der elektronischen Durchführung gibt es vielfältige Möglichkeiten, den Verhandlungsprozess effizient zu unterstützen und somit den Prozess effektiver zu gestalten. Ein Beispiel für ein elektronisches Verhandlungsunterstützungssystem ist Negoisst [8], welches den Verhandlungspartnern Kommunikations-, Entscheidungs- und Dokumentenunterstützung bietet und damit die Verbindung der drei modernen Ansätze im Bereich der Verhandlungsunterstützung darstellt [15]. Bereits durch eine Vielzahl empirischer Experimente ist die Validität des positiven Effektes der Unterstützungskomponenten verifiziert worden ([16], [17]).

Neben Negoisst gibt es weitere elektronische Verhandlungsunterstützungssysteme wie INSPIRE [8] oder SMARTSETTLE [21]. In diesen Verhandlungsunterstützungssystemen basiert die Entscheidungsunterstützungskomponente auf der „Multiattribute Utility Theory“ (MAUT) [7]. In SMARTSETTLE, welches auf ICANS [22] basiert, werden bereits teilweise lineare Grenznutzenfunktionen verwendet. Allerdings findet man keinerlei Ergebnisse zu einer vergleichenden Fragestellung zwischen der reinen Verwendung von linearen Grenznutzenfunktionen und der Verwendung von teilweise linearen Grenznutzenfunktionen. Das bedeutet, dass gerade in diesem Bereich durch eine Verwendung von modernen Methoden aus der Entscheidungsunterstützung ein deutlicher Mehrwert gewonnen werden kann.

Die restliche Arbeit gliedert sich in vier Abschnitte, bei denen zunächst die Problemstellung in Kapitel 2 präzisiert wird. In Kapitel 3 werden die Grundlagen der GRIP-Methodologie vorgestellt, die als Basis für das Präferenzmodell dienen. Kapitel 4 beschreibt, wie der Präferenzerhebungsprozess in einem elektronischen Verhandlungsunterstützungssystem implementiert werden könnte, und in Kapitel 5 wird der Beitrag mit dem Ausblick sowie der zukünftigen Planung des Projektes abgeschlossen.

2 Motivation und Problemstellung

Verhandlungsunterstützungssysteme waren in ihrer ursprünglichen Form Entscheidungsunterstützungssysteme (z.B. [6]), und die Entscheidungsunterstützung ist bis heute zentrales Element der Verhandlungsunterstützung [1]. Zumeist basiert die Präferenzdarstellung in den aktuell vorhandenen Verhandlungsunterstützungssystemen auf einem linear-additiven Nutzenmodell, wie in Keeney und Raiffa [7] ausgeführt. Dies ist jedoch mit erheblichen Einschränkungen bezüglich der Verwendbarkeit verbunden. Zur Verwendung einer multiattributiven additiven Nutzenfunktion müssen die einzelnen Attribute das Konzept der präferenziellen Unabhängigkeit einhalten.

Gerade an diesem Punkt setzt die vorliegende Arbeit an. Das Ziel ist die Erweiterung der Entscheidungsunterstützungskomponente. Dabei sollen die Restriktionen, die sich aus der Verwendung der additiven Nutzentheorie ergeben, aufgehoben werden, so dass zum einen die Grenznutzenfunktionen auch nichtlinear repräsentiert werden können und zum anderen Interaktionen zwischen den Attributen mit berücksichtigt werden können. Da aktuell die Verhandlungsunterstützungssysteme entweder reine oder teilweise lineare Darstellungen verwenden, ist dies ein Aspekt, aus dem sich eine erhöhte Validität des Präferenzmodells

ergeben kann. Interaktionen zwischen den Attributen können bisher von keinem Verhandlungsunterstützungssystem berücksichtigt werden, was eine erhebliche Einschränkung darstellt, da strenggenommen die additiven Nutzenfunktionen nur dann verwendet werden können, wenn die präferenzuelle Unabhängigkeit zwischen den Attributen herrscht. Da diese Annahme im Anwendungsfall häufig verletzt wird, ist es wünschenswert, eine Entscheidungsunterstützungskomponente zu verwenden, die diese Form der Zusammenhänge umsetzt.

Eine weitere Problematik ergibt sich, da die Verhandlungspartner sich ihrer Präferenzen im Allgemeinen nicht direkt bewusst sind und diese selten genau quantifizieren können. Für diesen Fall gibt es vielfältige Möglichkeiten der indirekten Präferenzmessung, wie bspw. die Conjoint-Analyse (CA)[11], [4] oder der „AnalyticHierarchyProcess“ (AHP)[13]. Da diese Verfahren allerdings zu linearen Nutzenfunktionen führen, können aus diesen Bereichen nur Methoden der Präferenzenerhebung übernommen werden, um die Informationen von den Verhandlungspartnern abzufragen. Die Verhandlungspartner sollten mittels eines adaptiven Prozesses die Möglichkeit erhalten, jeweils soweit detaillierte Präferenzangaben zu machen, wie dies ihnen zu den jeweiligen Attributen möglich ist. Das resultiert in einem adaptiven Prozess, der nicht nur eine Ordnung sondern auch die Granularität der Präferenzen auf unterschiedlichen Ebenen zulassen muss. Mit steigendem Detailgrad steigt auch die Aussagekraft des erstellten und berechneten Präferenzmodells.

Zusammenfassend lässt sich die Problemstellung wie folgt darstellen. Interaktionen sowie nichtlineare Verläufe der Nutzenfunktion werden durch existierende Implementierungen in elektronischen Verhandlungsunterstützungssystemen nicht unterstützt. Dadurch ergeben sich Abweichungen des Präferenzmodells von den tatsächlichen Präferenzen der Verhandlungspartner, und die Aussagekraft der Auswertung der Alternativen auf Basis dieses Präferenzmodells sinkt.

3 Grundlagen des Präferenzmodells – GRIP Methodologie

Nachdem nun die Problemstellung auf gezeigt wurde, wird in diesem Kapitel eine Familie von Methoden vorgestellt, die als Lösungsansatz dient. Dabei wird kurz auf die Historie der GRIP Methode eingegangen. Abschließend wird eine Modifikation vorgeschlagen, die es erlaubt auch Interaktionen zu berücksichtigen.

Auf Basis der *Utilités Additives* (UTA) [5] und der Erweiterung, UTA^{GMS} von Greco et al. [3] wurde die „General Regression with Intensities of Preferences“ (GRIP) als eine zusätzliche Ergänzung dieser Methoden entwickelt [1]. Diese Methoden stellen eine Alternative zu Methoden basierend auf der MAUT dar, indem sie dem Disaggregations-Aggregations-Paradigma folgen [18]. Das bedeutet, dass zunächst die Informationen vom Entscheidungsträger auf eine Teilmenge der Referenzaktionen eingeholt werden und aus diesen dann ein Präferenzmodell entwickelt wird, welches auf die Grundgesamtheit der Alternativen angewendet wird. Die Robustheit der Lösung ist dabei sichergestellt, da eine Sensitivitätsanalyse inhärent ist.

In Bild 1 ist die abstrakte Vorgehensweise im Disaggregations-Aggregations-Paradigma abgebildet. Dabei handelt es sich um einen iterativen interaktiven Prozess. Mit jeder weiteren Iteration werden die Informationen zu den Präferenzen genauer, und das Präferenzmodell wird konsistenter. Das Ziel dieses Ansatzes ist, das Verhalten und den kognitiven Stil der

Entscheidungsträger zu berücksichtigen [19]. Damit sollen die Entscheidungsträger auch gleichzeitig ein besseres Problemverständnis sowie eine klarere Vorstellung über ihre eigenen Präferenzen erhalten.

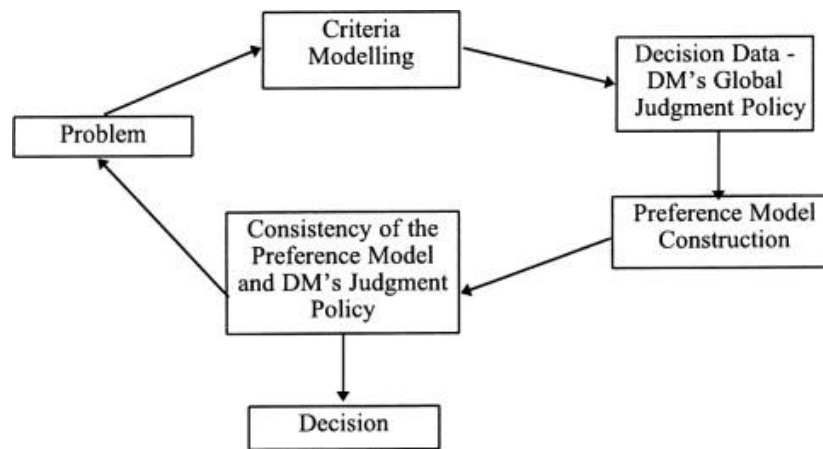


Bild 1: Disaggregations-Aggregations-Paradigma [19]

Es folgen eine Zusammenfassung der UTA Methode, der davon abgeleiteten UTA^{GMS} Methode, sowie die weiteren Erweiterungen, die letztendlich die GRIP Methodologie ausmachen.

3.1 UTA Methode

Grundsätzlich wird bei der UTA Methode, wie von Jacquet-Lagrèze und Siskos [5] beschrieben, eine oder mehrere passende additive Wertfunktionen aus den Rangordnungsinformationen über der Referenzmenge der Aktionen abgeleitet. Mittels linearer Programmierung soll sichergestellt werden, dass die abgeleiteten Wertfunktionen konsistent mit den Angaben aus der Rangordnung sind.

Ausgegangen wird von einem multikriteriellen Entscheidungsproblem bei dem eine endliche Menge an Aktionen $A = \{x, y, \dots, w, \dots, z\}$ durch n Kriterien $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ evaluiert wird. $I = \{1, \dots, n\}$ ist die Menge der Indizes der Kriterien. Dabei wird die Evaluation der Aktion $x \in A$ auf jedem Kriterium $g_i \in F$, also $g_i(x)$ im nachfolgenden durch x_i dargestellt. Der Entscheidungsträger gibt eine vollständige Ordnung \succsim auf der Menge der Referenzaktionen $A^R \subseteq A$ an. Damit lässt sich die additive Wertfunktion, die als Aggregationsmodell dient wie folgt darstellen:

$$U(x) = \sum_{i \in I} u_i(x_i) \quad (1)$$

Im Falle der UTA Methode wird von teilweise linearen Grenzwertfunktionen u_i ausgegangen, deren Wertbereich $[\alpha_i, \beta_i]$ in $\gamma_i \geq 1$ gleichgroße Intervalle eingeteilt ist. Der Randwert der Aktion $x \in A$ wird durch lineare Interpolation bestimmt. Um zu überprüfen, ob eine Wertfunktion existiert, welche die Rangordnung des Benutzers beschreibt, wird folgendes lineares Programm gelöst:

$$\text{Min} F = \sum_{a \in A^R} (\sigma^+(a) + \sigma^-(a)) \quad (2)$$

unter den Nebenbedingungen:

$$U(a) + \sigma^+(a) - \sigma^-(a) \geq U(b) + \sigma^+(b) - \sigma^-(b) + \varepsilon \Leftrightarrow a \succ b \quad \forall a, b \in A^R, \quad (3)$$

$$U(a) + \sigma^+(a) - \sigma^-(a) = U(b) + \sigma^+(b) - \sigma^-(b) \Leftrightarrow a \sim b \quad \forall a, b \in A^R, \quad (4)$$

$$u_i(x_i^{j+1}) - u_i(x_i^j) \geq 0, i = 1, \dots, n, j = 0, \dots, \gamma_i - 1, \quad (5)$$

$$u_i(\alpha_i) = 0, i = 1, \dots, n, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n u_i(\beta_i) = 1, \quad (7)$$

$$\sigma^+(a), \sigma^-(a) \geq 0, \forall a \in A^R. \quad (8)$$

Dabei sind σ^+, σ^- der Überschätzungs-, bzw. Unterschätzungsfehlerfunktionen und dienen als Hilfsvariablen. ε nimmt einen kleinen positiven Wert an um sicherzustellen, dass die erste Nebenbedingung von Gleichung (2) zutrifft. In diesem Programm sind die Grenzwertfunktionen $u_i(x_i^j), i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, \gamma_i$ unbekannt.

Ist die optimale Lösung des Programms in Gleichung (2) beschrieben $F^* = 0$, so gibt es mindestens eine Wertfunktion, die die Nebenbedingungen erfüllt. Ist dagegen die Lösung $F^* > 0$, gibt es keine passende Wertfunktion.

3.2 UTA^{GMS} Methode

Die UTA^{GMS} Methode [3] stellt eine Erweiterung der UTA Methode dar, welche sich besonders durch die Berücksichtigung aller kompatiblen additiven Wertfunktionen auszeichnet, welche bei der ursprünglichen UTA Methode auf eine Teilmenge der kompatiblen Wertfunktionen begrenzt war. Dies kommt dadurch zustande, dass sämtliche nicht abnehmenden Grenzwertfunktionen berücksichtigt werden und nicht nur die teilweise linearen Grenzwertfunktionen.

Die Informationen, die vom Entscheidungsträger bei UTA^{GMS} benötigt werden, stellen eine teilweise Ordnung der Referenzaktionen $A^R \subseteq A$ dar. Daraus werden zwei Rangordnungen abgeleitet, die notwendige und die mögliche Rangordnung. Die notwendige Rangordnung beschreibt die Tatsache, dass alle kompatiblen Wertfunktionen x mindestens so gut wie y einordnen, genau dann wenn $U(x) \geq U(y)$, die mögliche Rangordnung besagt, dass x von mindestens einer kompatiblen Wertfunktion genauso gut eingeordnet wird wie y , genau dann wenn $U(x) \geq U(y)$. Mit dieser Unterscheidung ist es möglich, zwischen sicheren und möglichen Präferenzen des Entscheidungsträgers zu unterscheiden und eine größere Menge an möglichen kompatiblen Wertfunktionen zu berücksichtigen.

Zu den weiteren zentralen Eigenschaften der UTA^{GMS} zählt, dass es möglich ist, Inkonsistenzen beim paarweisen Vergleich zu entdecken und diese daraufhin zu beheben.

Die kompatiblen additiven Wertfunktionen erfüllen die folgenden Nebenbedingungen:

$$U(a) > U(b) \Leftrightarrow a \succ b \quad \forall a, b \in A^R \quad (9)$$

$$U(a) = U(b) \Leftrightarrow a \sim b \quad \forall a, b \in A^R \quad (10)$$

$$u_i(g_i(a_{\tau_i(j)})) - u_i(g_i(a_{\tau_i(j-1)})) \geq 0, i = 1, \dots, n, j = 2, \dots, m \quad (11)$$

$$u_i(g_i(a_{\tau_i(1)})) \geq 0, u_i(g_i(a_{\tau_i(m)})) \leq u_i(\beta_i), i = 1, \dots, n \quad (12)$$

$$u_i(\alpha_i) = 0, i = 1, \dots, n \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^n u_i(\beta_i) = 1 \quad (14)$$

Dabei stellt τ_i die Permutation der Indizes von A^R dar, durch die die Aktionen mit steigendem Evaluationswert anhand des Kriterium g_i geordnet werden. D.h. $g_i(a_{\tau_i(1)}) \leq g_i(a_{\tau_i(2)}) \leq \dots \leq g_i(a_{\tau_i(m)})$. Damit wird die lineare Interpolation nicht benötigt um den Grenzwert einer Referenzaktion zu bestimmen.

3.3 GRIP Methode

Grundsätzlich generalisiert die GRIP Methode die UTA und die UTA^{GMS} Methoden. Dies wird durch die Verwendung der UTA^{GMS} Eigenschaften unter der Einbeziehung der Intensität der Präferenzen zwischen einem Paar von Referenzaktionen umgesetzt. Dabei wird von Figueira et al.[2] zwischen zwei Möglichkeiten unterschieden, diese Intensität anzugeben. Für die Aktionen $x, y, w, z \in A$ gibt es folgende Vergleiche:

- Vollständig in Bezug auf alle Kriterien: x wird gegenüber y genauso bevorzugt wie w gegenüber z
- Teilweise in Bezug auf ein Kriterium: x wird in dem Kriterium $g_i \in F$ gegenüber y genauso bevorzugt wie w gegenüber z in dem Kriterium g_i

Das bedeutet, dass die Informationen, die vom Entscheidungsträger (ET) eingeholt werden müssen, diesbezüglich umfangreicher ausfallen als beispielsweise bei der UTA^{GMS} Methode. Dagegen müssen zur Verwendung der GRIP Methode nicht sämtliche Aktionen über alle Kriterien verglichen werden. Der ET führt nur die Vergleiche auf den Kriterien aus, die er/sie auch ausreichend bewerten kann. Dieser Punkt ist ein bedeutender Vorteil, da damit die ET nicht gezwungen werden unbegründete Annahmen über Tatsachen zu treffen, sondern das sich im Gegenteil das Präferenzmodell an die Informationsfülle anpasst, die der/die ET zur Verfügung stellen kann.

Deshalb werden bei der GRIP Methode folgende Informationen im Vorfeld vom Entscheidungsträger benötigt.

- Eine partielle Quasiordnung \succeq über A^R : $x \succeq y \Leftrightarrow x$ ist mindestens genauso gut wie y für $x, y \in A^R$
- Eine partielle Quasiordnung \succeq^* über $A^R \times A^R$: $(x, y) \succeq^* (w, z) \Leftrightarrow x$ wird gegenüber y mindestens genauso bevorzugt wie w gegenüber z für $x, y, w, z \in A^R$
- Eine partielle Quasiordnung \succeq_i^* über $A^R \times A^R$: $(x, y) \succeq_i^* (w, z) \Leftrightarrow x$ wird gegenüber y in dem Kriterium $g_i \in F, i \in I$ mindestens genauso bevorzugt wie w gegenüber z für $x, y, w, z \in A^R$

Auf Basis dieser Informationen wird im Weiteren die Wertfunktion mittels ordinaler Regression gesucht, die den Präferenzen des Entscheidungsträgers entspricht. Eine kompatible Wertfunktion $U: A \rightarrow [0, 1]$ muss folgende Bedingungen erfüllen:

$$U(w) > U(z) \text{ für } w \succ z \quad (15)$$

$$U(w) = U(z) \text{ für } w \sim z \quad (16)$$

$$U(w) - U(z) > U(r) - U(s) \text{ für } (w, z) \succ^* (r, s) \quad (17)$$

$$U(w) - U(z) = U(r) - U(s) \text{ für } (w, z) \sim^* (r, s) \quad (18)$$

$$u_i(w) \geq u_i(z) \text{ für } w \succeq_i z, i \in I \quad (19)$$

$$u_i(w) - u_i(z) > u_i(r) - u_i(s) \text{ für } (w, z) \succ_i^* (r, s), i \in I \quad (20)$$

$$u_i(w) - u_i(z) = u_i(r) - u_i(s) \text{ für } (w, z) \sim_i^* (r, s), i \in I \quad (21)$$

$$u_i(x_i^*) = 0, \text{ mit } x_i^* = \min\{g_i(x) : x \in A\} \quad (22)$$

$$\sum_{i \in I} u_i(y_i^*) = 1, \text{ mit } y_i^* = \max\{g_i(x) : x \in A\} \quad (23)$$

Wurde eine kompatible Wertfunktion gefunden, die die Nebenbedingungen aus Gleichung 15-23 entspricht, so kann die Aggregation auf A erfolgen. Figueira et al. beschreiben dazu zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

- Eine Wertfunktion, die als die „beste“ der kompatiblen Wertfunktionen angesehen wird, wird ausgewählt.
- Zwei schwache Präferenzrelationen \succeq^N und \succeq^P (notwendige Relation genannt) und zwei Binärrelationen, die die Intensität der Präferenzen beschreiben \succeq^{*N} und \succeq^{*P} (mögliche Relation genannt), werden identifiziert.

Damit ist die Grundlage für die Lösung der Problemstellung aus Kapitel 2 gelegt. Figueira et al. [1] beschreiben noch weitere Eigenschaften sowie Besonderheiten der Umsetzung, auf welche hier nicht weiter eingegangen wird.

3.4 Modifikation der GRIP Methode

Die GRIP Methode sucht wie die UTA^{GMS} Methode eine additive Wertfunktion, d.h. die Kriterien müssen präferenziell unabhängig voneinander sein [7]. Sobald aber Interaktionen zwischen den Kriterien auftreten, ist die präferenzielle Unabhängigkeit verletzt und die Verwendung einer anderen Nutzenfunktion wird notwendig [9]. Das bedeutet, dass die Abwandlung der GRIP Methode darin besteht, dass die gesuchte Wertfunktion keine additive Form hat, sondern eine multilineare [1]:

$$u(x_1, \dots, x_n) = \sum_{I \subseteq N} \gamma_I \prod_{i \in I} u_i(x_i) \quad (24)$$

Berücksichtigt werden in diesem Fall allerdings nur Interaktionen zwischen jeweils zwei Kriterien, da damit auch der Aufwand geringer ausfällt und die Aussagekraft mit der steigenden Komplexität eher abnimmt [4]. Damit werden maximal Terme mit zwei unterschiedlichen Kriterien in die gesuchte Wertfunktion einfließen.

Damit ist die Methodik erläutert, die das Präferenzmodell der ET abbilden soll. Das nächste Kapitel beschäftigt sich mit dem interaktiven Prozess vom ET die relevanten Informationen zu erhalten um das Modell erstellen zu können.

4 Der Präferenzerhebungsprozess im Modell

Der Präferenzerhebungsprozess beschäftigt sich primär mit der interaktiven Komponente und mit der Erhebung der notwendigen Daten vom ET im Kontext eines elektronischen Verhandlungsunterstützungssystems. Somit entspricht der ET einem Verhandlungspartner.

In Bild 2 ist der Entscheidungsprozess aus [2] gekürzt auf den Bereich der Eingabedaten sowie die Präferenzinformationen des ET dargestellt. Diese Einschränkung zeigt auch den Fokus dieses Kapitels auf. Es werden zunächst die Grundlagen des Präferenzmodells beschrieben, um dann daraufhin den interaktiven Prozess darzustellen. Dabei werden entlang des Prozesses in Bild 2 die Elemente erläutert und in Bezug zueinander gesetzt.

In „Level 1“ befinden sich zwei grundlegende Eingabedaten, die für den Prozess der Generierung des Präferenzmodell essentiell sind: die Kriterienfamilie F sowie die Aktionsmenge A .

Die Kriterienfamilie F wird als gegeben vorausgesetzt und die Kriterien sind konsistent, d.h. vollständig, monoton und keine redundanten Kriterien sind in F enthalten [12].

Die Aktionsmenge A stellt die Menge der möglichen Aktionen bedingt durch die Kriterienfamilie F dar. Grundsätzlich ist es das kartesische Produkt der Ausprägungen der Kriterien. Da ein paarweiser Vergleich sämtlicher möglicher Aktionen vom Aufwand her nicht vertretbar und wenig zielführend wäre, wird die Referenzmenge A^R aus Elementen des orthogonalen Designs bestehen. Um die Interaktionen zwischen den Kriterien von Seiten des Benutzers feststellen zu können, müssen die Vergleiche, die auf der Referenzmenge durchgeführt werden, dahingehend gestaltet sein, dass gleichzeitig ein Test auf die präferenzielle Unabhängigkeit durchgeführt wird. Wird diese für ein Kriterium verletzt, so muss es in der Wertfunktion berücksichtigt werden, d.h. ein additiver Term reicht für dieses Kriterium nicht aus, sondern ein zusätzlicher multiplikativer Term muss in die Wertfunktion einfließen, der die Interaktionsbeziehung abbildet, und damit muss eine multilineare Nutzenfunktion verwendet werden.

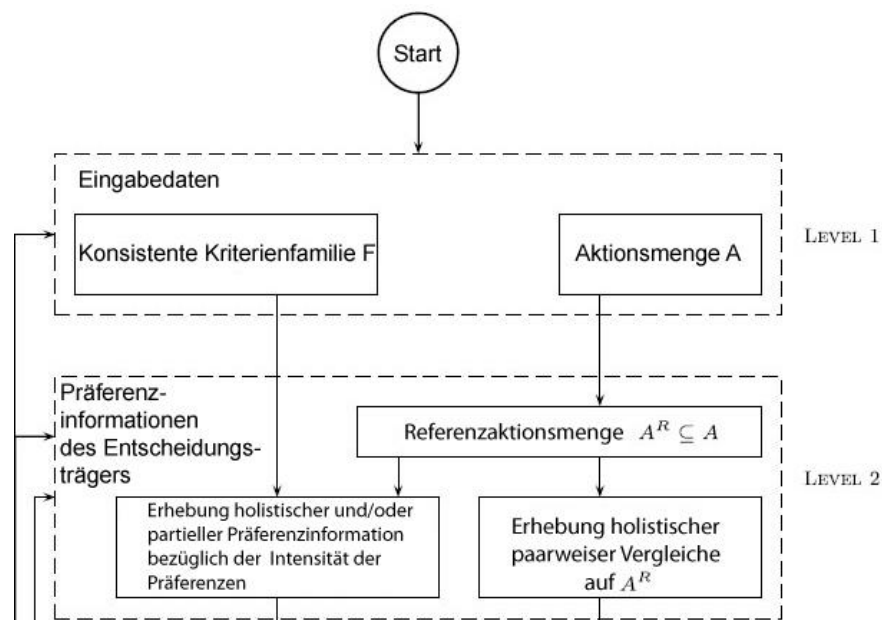


Bild 2: Entscheidungsprozess in GRIP (basierend auf[2])

Um diesen Test zu ermöglichen, werden die Alternativen, die dem ET als Referenzaktionen präsentiert werden, an der Definition der präferenziellen Unabhängigkeit [7] aufgebaut.

Zur Überprüfung dieser Eigenschaften werden jeweils zwei Vergleiche je Kriterienpaar durchgeführt. Dabei sind die Referenzaktionen derart gestaltet, wie in Tabelle 1 dargestellt:

Aktionen/Kriterium	X	Y	Z
1	x_b	y_w	z_w
2	x_w	y_b	z_w
3	x_b	y_w	z_b
4	x_w	y_b	z_b

Tabelle 1 Referenzaktionen für die Überprüfung präferenzzieller Unabhängigkeit

Dabei sind x_b, y_b und z_b die jeweiligen besten Fälle der Kriterien und die x_w, y_w und z_w die jeweils schlechtesten Fälle der Kriterien. Die Aktionen 1 und 2 und die Aktionen 3 und 4 aus Tabelle 1 werden miteinander verglichen. Werden die Abwägungen zwischen X und Y in beiden Vergleichen auf dieselbe Aktion führen, so sind X und Y von Z präferenzziell unabhängig. Z muss dabei nicht zwangsweise ein weiteres Kriterium sein, sondern kann auch eine Menge mit einer beliebigen Anzahl an Kriterien sein.

Von dieser grundlegenden Struktur ausgehend wird die Menge der Referenzaktionen A^R entworfen, um vom Benutzer die Informationen bezüglich der präferenzziellen Unabhängigkeit zu erhalten. Prinzipiell wird die präferenzzielle Unabhängigkeit für alle vorhandenen Kriterien überprüft. Da dies jedoch bei einer großen Anzahl an Kriterien zu einer großen Zahl an Vergleichen führen kann, wird dem ET die Möglichkeit gegeben, vorab zu bestimmen, zwischen welchen Kriterien er/sie eine Abhängigkeit sieht und zwischen welchen nicht, was die Überprüfung deutlich einschränken kann.

Bei der Generierung der Paare, die überprüft werden, wird von einem symmetrischen Design ausgegangen, das bedeutet, dass die Kriterien, die miteinander gepaart werden, nicht sämtliche Permutationen umfassen, sondern nur die Hälfte, da damit bereits die gewünschten Informationen erlangt werden können. Damit ergeben sich maximal, in Abhängigkeit der Mächtigkeit $|F| = n$, $\sum_{i=1}^{n-1} i$ Vergleiche für den ET.

Bitte kreuzen Sie diejenige Alternative an, die Sie bevorzugen.
Können Sie sich nicht für eine der Alternativen entscheiden, können Sie beide Alternativen ankreuzen oder beide Kontrollkästchen leer lassen.
Im darauf folgenden Schritt ordnen Sie die Alternativen einer Klasse zu.

Alternative 1 ☐ Alternative 2 ☒

Preis: 100
Baujahr: 1998
Leistung: 280
Farbe: grün

Preis: 10000
Baujahr: 2011
Leistung: 280
Farbe: grün

Gute Alternativen
Durchschnittliche Alternativen
Schlechte Alternativen

Gute Alternativen
Durchschnittliche Alternativen
Schlechte Alternativen

Bild 3: Dialogskizze - Vergleiche und Klassifizierung

In Bild 3 ist beispielhaft eine Dialogskizze dargestellt, wie diese Vergleiche dem ET präsentiert werden können. Die Alternativen werden dem Benutzer in Form von Profilkarten präsentiert, die auch im Bereich der Conjoint Analyse sehr beliebte Instrumente darstellen. Durch diese Darstellungsart werden die Vergleiche für die ET interessanter und einfacher [4].

Aus diesen Vergleichen lassen sich die Bedingungen für die Gestalt der Wertfunktion, wie in Gleichung 15 und 16 dargestellt, ableiten.

Des Weiteren soll der ET eine Klassifikation der Alternativen vornehmen. Durch diese Klassifikation lässt sich bereits eine erste grobe Präferenzrelation ableiten. Für eine vorgegebene Anzahl an Klassen C_1, C_2, \dots, C_n , die in absteigender Reihenfolge der Nutzenzuordnung geordnet sind, d.h. $C_1 > C_2 > \dots > C_n$, kann folgende Bedingung für die Wertfunktion abgeleitet werden:

$$1 \geq U(x): \forall x \in C_1 \quad (25)$$

$$U(x) > U(y): \forall x \in C_k \wedge \forall y \in C_l \text{ mit } k, l = 2, \dots, n-1, k > l \quad (26)$$

$$U(x) \geq 0: \forall x \in C_n \quad (27)$$

Die Vergleiche, die in diesem Schritt durchgeführt werden, sind in Bild 2 den holistischen paarweisen Vergleichen auf A^R im „Level 2“ A^R zuzuordnen. Damit lassen sich mittels der GRIP Methode bereits Wertfunktionen ermitteln.

Als eine Erweiterung der im vorigen Abschnitt aufgeführten Vergleiche können die ET auch noch den Klassen Intervalle im Bereich $[0,1]$ zuordnen, falls sie dazu in der Lage sind. Als zusätzliche Erweiterung ist denkbar, dass im Anschluss an diese Vergleiche noch weitere Vergleiche erfolgen, die auf die Ermittlung der Gewichte der Kriterien abzielen. Dazu müssten weitere Referenzaktionen generiert werden, bei denen jeweils eines der Kriterien den besten Fall annimmt, während die komplementären Kriterien den jeweils schlechtesten Fall annehmen. Durch eine Rangordnung dieser Referenzaktionen können die Gewichte der Kriterien geordnet werden. Eine genauere Quantifizierung der Gewichte könnte auch beispielsweise durch Vergleiche mit ebenfalls generierten Lotterien gewonnen werden [9].

Zusammenfassend lässt sich der interaktive Teil der Methode damit wie in Bild 4 darstellen.

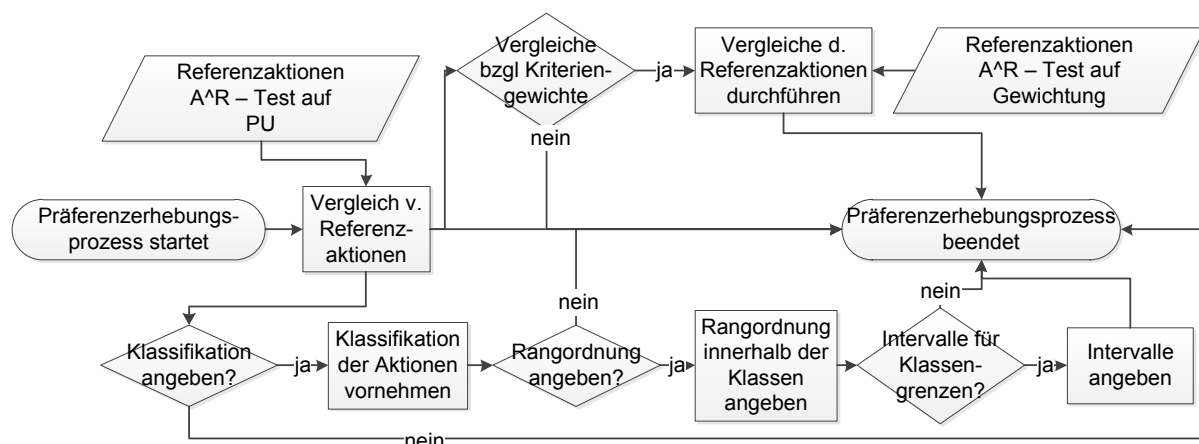


Bild 4: Präferenzenerhebungsprozess - interaktiver Teil

Das bedeutet, dass der ET im Grunde als minimale Angabe den Vergleich über die Präferenzinformationen durchführen muss. Alle weiteren möglichen Vergleiche und Rangordnungen dienen dazu, die Aussagekraft des Präferenzmodells zu verbessern. Damit ist jedoch auch sichergestellt, dass der ET, in Abhängigkeit von der Bereitschaft, die er/sie zeigt, bzw. der Möglichkeit seine/ihre Präferenzinformationen zu explizieren, ein Präferenzmodell als Entscheidungshilfe erhält.

5 Ausblick und nächste Schritte des Projektes

Die Grundlagen des neuen Präferenzmodells sowie des immanenten Präferenzerhebungsprozess wurden erläutert. Durch die Umsetzung dieses Projektes kann gezeigt werden, dass Interaktionen zwischen Attributen berücksichtigt werden können und dass der Präferenzerhebungsprozess an sich effektiver ist, da mit partiellen Informationen umgegangen werden kann. Weiterhin können jederzeit einfach neue Informationen in das bestehende Präferenzmodell einfließen. Durch den adaptiven Prozess wird der ET jederzeit an der Stelle abgeholt, an der er/sie gerade ist und das grundlegende Problemverständnis wird verbessert. Im Weiteren werden die nächsten Schritte des Projektes erläutert.

5.1 Implementierung des Präferenzmodells

Nachdem der interaktive Teil abgeschlossen wurde, müssen die Präferenzinformationen genutzt werden, um mittels eines nichtlinearen Problemlösers die kompatiblen Wertfunktionen zu bestimmen. Im Laufe des Projektes wurde der Löser von Lindo Systems LINGO ausgewählt, da ein nichtlinearer Problemlöser integriert ist, als auch ein „Application Programming Interface“ (API) für Java angeboten wird [10]. Letztgenannter Punkt ist insofern wichtig, da Negoisst auf der Java EE basiert.

Nachdem diese Phase abgeschlossen ist, also das Modell für den Löser entworfen und anhand des Beispiels getestet wurde, soll ein Vorabtest bezüglich der Durchführbarkeit des entworfenen Prozesses durchgeführt werden. Dazu wird eine Fallstudie entwickelt, die Experten vorgelegt wird. Aus den Präferenzinformationen, die von diesen angegeben werden, wird dann das Präferenzmodell erstellt und die Übereinstimmung mit den erwarteten Ergebnissen geprüft. Die Erkenntnisse dieses Vorabtests werden daraufhin dann wieder in die Überarbeitung des Prozesses sowie des Präferenzmodells mit einfließen.

5.2 Implementierung in Negoisst

Nach Abschluss des Vorabtests und des vorhandenen Modells für den Solver ist der nächste Schritt die Implementierung in das elektronische Verhandlungsunterstützungssystem Negoisst. Dabei gibt es drei grundsätzliche Punkte, die berücksichtigt werden müssen: die Implementierung der graphischen Benutzerschnittstelle für den Präferenzerhebungsprozess, die Integration des Solvers, d.h. die Anbindung der API an das Negoisst System, sowie die Implementierung und Gestaltung des Feedback-Mechanismus für den Benutzer.

Der erste Punkt wird deutlich von den Ergebnissen des Vorabtests bestimmt. Desweiteren steht die Softwareergonomie besonders im Vordergrund, da die Benutzer die Präferenzen möglichst intuitiv angeben können sollen. Dieser Aspekt ist besonders hervorzuheben, da die Akzeptanz der Benutzer in erheblichem Maße davon abhängt. Die Anbindung der API an Negoisst stellt einen weiteren wichtigen Punkt in der Implementierungsphase dar und wird

von technischen Fragestellungen wie die Architektur und die zu wählenden Methoden der Programmierung geprägt sein. Auch hier spielt die Softwareergonomie eine wichtige Rolle. Schließlich muss untersucht werden, an welcher Stelle und in welcher Form dem Benutzer das Feedback des Systems gegeben wird, um möglichst optimale Entscheidungen zu ermöglichen.

6 Literatur

- [1] Dykerhoff, R (1994): Decomposition of Multivariate Utility Functions in Non-additive Expected Utility Theory. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 3: 41-58.
- [2] Figueira, JR, Greco, S, Slowinski, R (2009): Building a set of additive value functions representing preorder and intensities of preference: GRIP method. *European Journal of Operational Research* 195: 460-486.
- [3] Greco, S, Mousseau, V, Slowinski, R (2008): Ordinal regression revisited: Multiple criteria ranking using a set of additive value functions. *European Journal of Operational Research* 191: 416-436.
- [4] Green, PE, Srinivasan, V (1990): Conjoint Analysis in Marketing: New Developments with Implications for Research and Practice. *The Journal of Marketing* 54 (4): 3-19.
- [5] Jacquet-Lagrange E, Siskos J (1982): Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. *European Journal of Operational Research*. 10: 151-164.
- [6] Jarke, M; Jelassi, T; Shakun, MF (1987): MEDIATOR: Toward a Negotiation Support System. *European Journal of Operational Research* 31 (3):314-334.
- [7] Keeney, R.L., Raiffa, H. (1976): *Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [8] Kersten, GE; Noronha, SJ(1999): WWW-based Negotiation Support: Design, Implementation, and Use. *Decision Support Systems* 25: 135-154.
- [9] Kleindorfer, PR, Kunreuther, HC, Schoemaker, PJH (1993): *Decision Sciences An Integrative Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [10] LINDO SYSTEMS (2011): Lingo, Lindo API: <http://www.lindo.com/>. Abgerufen am 01.09.2011.
- [11] Luce, RD, Tukey, JW (1964): Simultaneous conjoint measurement. *Journal of Mathematical Psychology* 1(1).1-27.
- [12] Roy, B, Bouyssou, D (1993): *Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas*. Economica, Paris.
- [13] Saaty, T. (1980): *The Analytic Hierarchie Process*. McGraw-Hill, New York.
- [14] Schoop, M (2010): Support of Complex Electronic Negotiations. In: Kilgour, DM, Eden, C (Hrsg.), *Advances in Group Decision and Negotiation*. Springer Netherlands, Dordrecht.

- [15] Schoop, M (2008): Elektronische Verhandlungssysteme. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/crm-scm-und-electronic-business/Electronic-Business/Electronic-Commerce/elektronische-Verhandlungssysteme>. Abgerufen am 18.08.2011.
- [16] Schoop, M, Jertila, A, List, T (2003): Negoisst: A Negotiation Support System for Electronic Business-to-Business Negotiations in E-Commerce. *Data and Knowledge Engineering* 47 (3):371-401.
- [17] Schoop, M (2002): Electronic markets for architects - The architecture of electronic markets. *Information Systems Frontiers* 4 (3). 285-302.
- [18] Siskos, Y (2005): UTA Methods. In: Figueira, J, Greco, S, Ehrgott, M (Hrsg.), *Multiple Criteria Decision Analysis. State of the Art Surveys*. Springer, Boston.
- [19] Siskos, Y, Spyridakos, A (1999): Intelligent multicriteria decision support: Overview and perspectives. *European Journal of Operational Research* 113: 236-246.
- [20] Ströbel, M., Weinhardt, C. (2003): The Montreal Taxonomy for Electronic Negotiations. *Group Decision and Negotiation* 12 (2):143-164.
- [21] Thiessen, EM, Sodberg, A (2003): SmartSettle Described with the Montreal Taxonomy. *Group Decision and Negotiation* 12: 165-170.
- [22] Thiessen, EM, Loucks, DP (1992): Computer Assisted Negotiation of Multiobjective Water Resources Conflicts. *Water Resources Bulletin* 28: 163-177.
- [23] Venkatesh, V, Morris, M G, Davis, GB, Davis, FD (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward Unified View. *MIS Quarterly* 27 (3). 425-478.